

05;12

## Положительный температурный коэффициент сопротивления в свинецсодержащей керамике титаната бария

© А.В. Мясоедов, С.Р. Сырцов

Институт технической акустики АН Белоруссии,  
210023 Витебск, Белоруссия

(Поступило в Редакцию 2 августа 1996 г.)

В последнее время наблюдается устойчивый интерес к получению и исследованию керамических материалов с высокой температурой скачка сопротивления (положительного температурного коэффициента сопротивления (ПТКС)), что обусловлено широким использованием таких материалов в различных электронных устройствах [1,2]. Одним из наиболее перспективных материалов этой группы является твердый раствор  $(\text{Ba,Pb})\text{TiO}_3$ , легированный небольшим количеством редкоземельных элементов. Среди таких легирующих добавок, обуславливающих полупроводниковые свойства керамики, наибольшее распространение получил иттрий, что связано с наличием при его введении более широкой (0.2...0.5 ат%) области минимальных значений удельного сопротивления  $\rho_0$  по сравнению с другими легирующими элементами. В то же время влияние параметров технологического процесса (в частности, температуры и времени обжига) на характеристики положительного температурного коэффициента сопротивления указанных систем изучено недостаточно.

В данной работе исследовано влияние температуры и времени обжига на характеристики ПТКС  $\text{Ba}_{0.9}\text{Pb}_{0.1}\text{TiO}_3$ , легированного 0.5 ат% иттрием.

В качестве исходных реагентов использовались титанат бария, оксиды свинца и титана марки ОСЧ и окисел иттрия  $\text{Y}_2\text{O}_3$  марки ХЧ. Время мокрого помола и смешивания компонентов составляло 24 ч. Термический синтез керамики проводился в два этапа. Сначала осуществлялся предварительный обжиг материала при

950°C в течение 2 ч, затем четырехчасовой помол в воде. Потом прессовались таблетки размером  $20 \times 20 \times 2$  мм и проводился их высокотемпературный обжиг. Режим обжига был следующий. Образцы находились при температуре 600°C в течение 2 ч, затем нагревались со скоростью 6°C/мин до требуемой температуры обжига, где выдерживались заданное время. Затем осуществлялось их охлаждение со скоростью 50°C/мин до температуры 1135°C, где они выдерживались в течение 30 мин с последующим охлаждением со скоростью 5°C/мин до комнатной температуры.

Температурные зависимости удельного сопротивления определялись двухзондовым методом с использованием электродов из индий-галлия (в соотношении 40 : 60). Напряжение на образцах при этом не превышало 1 В.

Результаты исследования влияния температуры  $T_0$  и времени обжига  $t_0$  на характеристики ПТКС представлены на рис. 1 и 2. Видно, что при увеличении  $t_0$  от 3 до 30 мин наблюдается резкое уменьшение удельного сопротивления керамики при комнатной температуре, величина скачка сопротивления  $\gamma = R_{\text{max}}/R_{\text{min}}$  при этом также уменьшается (особенно сильно в области малых времен обжига). Величина скачка сопротивления существенно зависит от температуры обжига, его максимальное значение при  $T_0 = 1350^\circ\text{C}$ , в то же время  $\rho_0$  слабо зависит от  $T_0$ .

Отметим, что величина температурного коэффициента сопротивления [2]  $\alpha = (2.3\Delta \lg R)/(T_2 - T_1)$  слабо зависит от  $t_0$  и  $T_0$  (приблизительно 20% 1/K), что

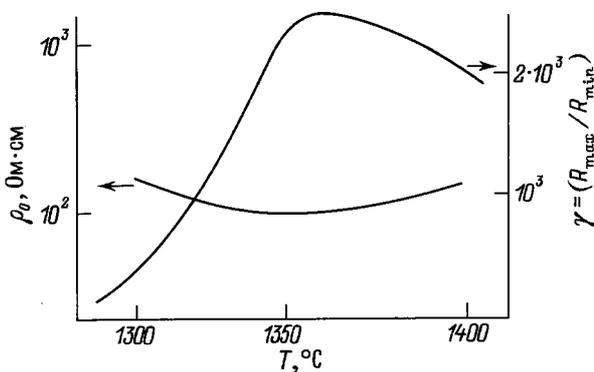


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления при комнатной температуре  $\rho_0$  и скачка сопротивления  $\gamma = R_{\text{max}}/R_{\text{min}}$  от температуры обжига ( $t_0 = 30$  мин).

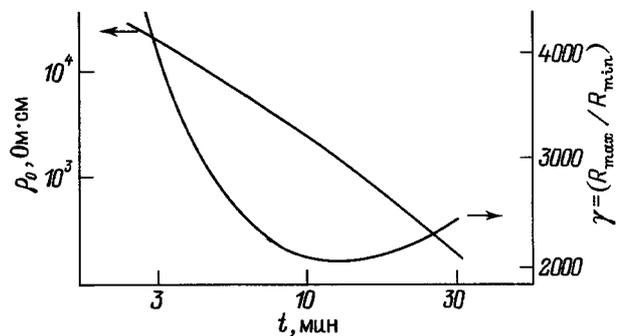


Рис. 2. Зависимость удельного сопротивления при комнатной температуре  $\rho_0$  и скачка сопротивления  $\gamma = R_{\text{max}}/R_{\text{min}}$  от времени обжига ( $T_0 = 1350^\circ\text{C}$ ).

обусловлено увеличением температурного интервала перехода  $T_2 - T_1$ .

Степень смещения температуры перехода (температура Кюри для чистого  $\text{BaTiO}_3$  составляла  $T_C \simeq 120^\circ\text{C}$ ) была несколько меньше известных из литературы данных, что связано, по-видимому, с испарением части легколетучего  $\text{PbO}$  в процессе спекания керамики на воздухе.

Основываясь на модели Хейванга [2], в которой аномальное поведение сопротивления керамики связывается с наличием акцепторных состояний на границах зерен, можно предположить, что установленные выше закономерности поведения параметров ПТКС обусловлены различием в скорости образования акцепторных и донорных состояний соответственно на границах и внутри зерен керамики.

## Список литературы

- [1] Политова Е.Д., Еленский В.Г. // Зарубежная радиоэлектроника. 1990. № 10. С. 66–75.
- [2] Полупроводники на основе титаната бария. Пер. с яп. М.: Энергоиздат, 1982. 328 с.